

产业信息追踪

目录

应用领域

主要应用	P1
应用痛点	P5

技术难度

核心技术	P6
发展趋势与挑战	P8

行业动态

睽违四年，优傲新品重新“定义”协作机器人	P9
产业规模近 500 亿，工业机器人产业下一步该怎么走	P11
产业发展势头良好，与世界先进尚存差距	
——工业机器人仍需爬坡过坎	P13

应用领域

一、主要应用

我国国家标准（标准号：GB/T 12643-2013）将工业机器人定义为：自动控制的、可重复编程、多用途的操作机，可对三个或三个以上的轴进行编程，它可以是固定式或移动式，在工业自动化中使用。

按照《机器人分类（征求意见稿）》（标准号：GB/T 39405-2020）中的分类维度（编程控制、运动方式、使用空间、机械结构和应用领域），工业机器人可分为：搬运作业/上下料机器人、焊接机器人、喷涂机器人、加工机器人、装配机器人、洁净机器人和其他工业机器人。

1、搬运作业/上下料机器人

搬运作业/上下料机器人（以下简称“搬运机器人”）主要负责运输、搬运、码垛、机床上下料等作业。根据可移动性，搬运机器人可分为不可移动搬运机器人和自主移动搬运机器人。其中不可移动搬运机器人更适用于工厂流水线作业，自主移动搬运机器人更适用于仓储和物流作业。

不可移动搬运机器人通过末端执行器，将物品移动至指定位置，完成搬运或码垛作业，可配备智能码垛软件包，自动生成码垛程序，还可搭载各类专用抓取工具，为袋、箱、瓶、桶等提供码垛应用解决方案，更适用于工作空间更小的工厂流水线。自主移动搬运机器人在仓库里自主定点移动，以实现仓库内短途搬运和放置工作。其可在仓库内自主移动、导航、避障、充电等，并结合 AI 技术，可实现物品智能定位、订单组合优化拣选、存取等；还结合智慧仓储系统，实现库存管理、数据分析、商品热度分析等功能，更适用于工作空间更大的仓储、物流。

2、焊接机器人

狭义上来讲，焊接机器人（Welding Robot）就是单独的一个带焊接工具的机器人，但广义上来讲，焊接机器人包括机械臂、焊接系统、变位机、机器人系统等。目前，点焊机器人和弧焊机器人比较常见，主要是由于点焊和弧焊是焊接的两大类。无论是哪种类型的焊接机器人，其主要的优点就是降低了人力成本同时提高了焊接质量，也降低了人工焊接的危险性后果。

点焊机器人主要应用于汽车制造、农业机械、摩托车制造等。工艺对机器人的基本要求有：

1）点焊作业一般采用点位控制（PTP），其重复定位精度在±1mm 之间；2）机器人应具有较

高的抗干扰能力和可靠性（平均无故障工作时间应超过 2000h，平均修复时间不大于 30min）；3）具有较强的故障自诊断功能，例如可发现电极与工件发生“黏结”而无法脱开的危险情况，并能使电极沿工件表面反复扭转直至故障消除；4）机器人应具有较高的点焊速度（例如每分钟 60 点以上），它可保证单点焊接时间（含加压、焊接、维持、休息、移位等点焊循环）与生产线物流速度匹配，且其中 50mm 短距离（焊点间距）移动的定位时间应缩短在 0.4s 以内。

弧焊机器人应用范围更广，可应用于汽车制造、通用机械、金属结构、航天航空、造船等。工艺的工序更复杂，因此要求更高，主要有：1）弧焊作业均采用连续轨迹控制（CP），其定位精度应在 $\pm 0.5\text{mm}$ 之间 2）机器人应具有较高的抗干扰能力和可靠性（平均无故障工作时间应超过 2000h，平均修复时间不大于 30min；在额定负载和工作速度下连续运行 120h，工作应正常）3）具有较强的故障自诊断功能（例如，黏丝、断弧故障显示及处理等）4）在弧焊作业中焊接速度及其稳定性是重要指标，一般情况下焊速取 $5\sim 50\text{mm/s}$ ，只有在薄板高速 MAG 焊中焊接速度可能达到 4m/min 以上。因此，机器人必须具有较高的速度稳定性，在高速焊接中还对焊接系统中的电源和送丝机构有特殊要求（采用伺服焊枪、高速送丝机等）。

3、装配机器人

装配作业在现代化工业生产过程中工作量和成本占比大，而目前装配的自动化水平又较低，装配作业亟需提高自动化水平。装配机器人（Assembly Robot）作为柔性自动化装配系统的核心设备，十分适用于大件、多品种、小批量的产品装配作业。装配机器人原来是用于精益生产流程，目前已经广泛应用于制造业，例如电器制造、小型电机、汽车及其部件、计算机、玩具、机电产品及其组件等。装配作业实现自动化，可提高生产效率，降低生产成本，保证装配质量和稳定性不会因人工疲劳、疏忽、情绪、技术不熟练等原因造成产品质量缺陷或不稳定，并且完成相同的生产作业，自动化装配生产面积比人工装配小，在电子、化学、宇航、国防等行业中，许多装配作业需要环境特殊或较为危险，仅自动化装配可以完成装配作业。使用装配机器人，需满足装配的条件有：过程完全自动化；夹具自动夹紧，零件自动定位；事先整理零件或自动化整理零件；加工和外围设备带自动检测系统；不需要过程辅助或者可由专用设备自动实现。

4、加工机器人

加工分为冷加工和热加工。从国标 GB/T39405-2020、和 JB/T8430-2014 对加工机器人的细分来看，加工机器人主要是指从事切割、磨削、铣削、抛光、去毛刺、喷丸等工作的工业机器人；而属于热加工工艺的焊接机器人属于单独的一个分类，因此我们可以将加工机器人定义为“冷”加工机器人。其中又分为激光切割机器人、水（射流）切割机器人、机械切割/磨削/铣削/抛光/去毛刺/喷丸机器人等。

激光切割应用范围广，主要用于机械加工，但对机器人定位精度和灵活度有一定的要求。相比传统的切割技术，激光切割切口光滑无毛刺，且切割速度快；相比其他切割技术，激光切割效率更高，切割精度也更高。相比激光切割机，激光切割机器人更柔性、更灵活，成本更低，因此更适用于那些需要切割多样性的生产和中小企业。

相比激光切割，水切割的厚度更厚，且不会改变切割缝周边材料的质地，成本也相对更低，主要应用于建筑陶瓷、石材、金属加工等领域。相比水切割机，水切割机器人更柔性、更灵活，目前主要用于汽车零部件切割、头盔切割、3D 产品切割等。

相比传统的加工机器，加工机器人的优势体现在柔性高、灵活度高且成本低，因此更适用于加工需求多样化且营收规模更小的中小企业。

5、喷涂机器人

喷涂机器人（Spray Painting Robot），是可以进行自动喷涂或喷涂其他涂料的工业机器人。除了机器人本体、控制系统外，喷涂机器人需要配有自动喷枪、变更颜色装置、供涂料装置等喷涂设备。汽车、航空航天、铝合金型材和板材、家具家电是喷涂机器人应用的主要领域。和手工和往复机相比，机器人喷涂的优势主要体现在适用于任何涂物形状和尺寸，涂抹无偏差，无需补涂，不良率低，涂料使用量小，涂装成本低。同时，喷涂机器人易操作、易维护，设备利用率也高。但由于喷涂均匀度和速度的限制，现有机器人适用的工件不宜过大，形状也不宜太复杂。

喷涂机器人分为有气（空气）喷涂和（高压）无气喷涂。有气（空气）喷涂指依靠低压空气使油漆在喷出枪口后形成雾化气流作用于物体表面（墙面或木器面）。

（高压）无气喷涂指利用柱塞泵将涂料增压，获得高压的涂料通过高压软管输送到喷枪，经由喷嘴释放压力形成雾化，从而在墙体表面形成致密的涂层。高固含量或者高粘度防腐涂料，必须使用高压无气喷涂。

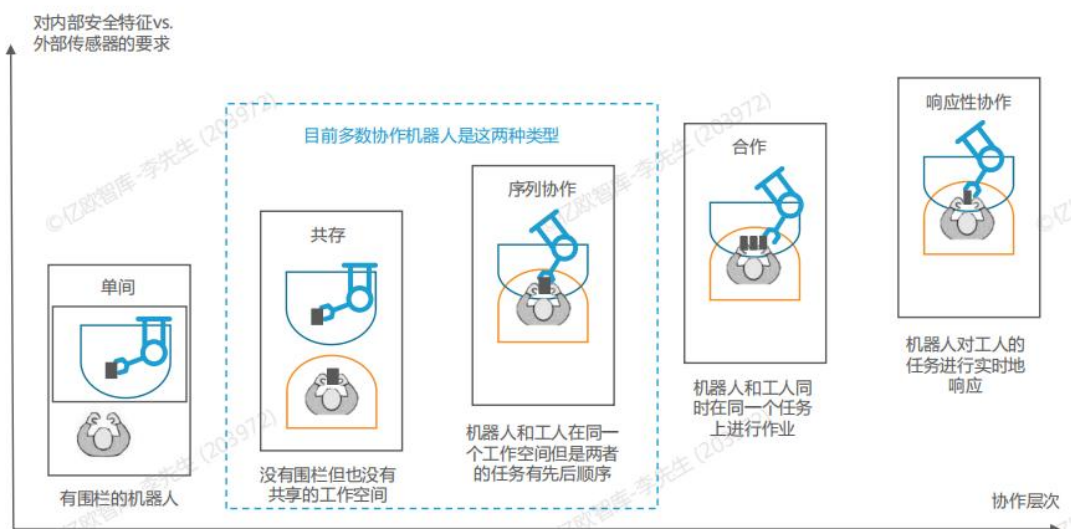
6、洁净机器人

洁净机器人（Clean-room Robot）是在洁净室使用的，在电子器件制造、医药制造、食品制造等行业执行搬运等任务的工业机器人。随着技术的发展，现代的工业生产制造对生产环境的要求越来越高，其中微型化的生产要求生产环境足够“洁净”。因为，环境的洁净度会对产品的安全性、性能、成品率等产生一定的影响。相比人工，洁净机器人在洁净室内工作产生的空气悬浮粒子更少，且当发生安全问题时，工人也不会因为在洁净室内工作而深受其害。洁净机器人大致分为关节型：库卡洁净搬运机器人，柱坐标型/SCARA：新松真空机械手（LED 芯片制造领域），AGV 型：新松复合机器人，满足 ISOClass5 洁净等级。

7、协作机器人

区别于传统的工业机器人独立完成任务，协作机器人（Cobot, or Collaborative Robots）需要“人机协作”一起完成任务。IFR 根据协作层次以及对内部安全特征和外部传感器的要求，将协作机器人分为五种级别，主要应用于 3C 电子、汽车制造、科研教育、机械加工、食品等领域。目前，多数协作机器人和工人在同一个空间工作，但协作机器人和工人的任务有先后顺序，而并非同时完成。随着协作机器人的发展，未来将实现工人和协作机器人同时工作且实时响应的工作模式。协作机器人由于其小巧灵活、成本低、部署快，以及无需对仓库进行整体改造等特征，十分适用于想要使用工业机器人但任务更简单、预算更少的中小企业。

图 1 协作机器人的不同级别



资料来源：IFR、公开资料，亿欧智库整理

二、应用痛点

1、全自动化方案缺失

目前，工业本体厂商只负责卖标准产品给终端客户，而产线自动化改造需要系统集成商设计方案。假如系统集成商没有做过此类产线，则需要时间和成本，拖延产线改造时间，提高了产线改造的成本。有些系统集成商考虑成本问题，可能会拒绝该需求。

2、高效但不智能

工业机器人虽然是机器人，但是主要是提供重复性、大批量、标准的服务，因此对于所处理的材料和半成品也有一定规格标准化的要求。另一方面，由于工业机器人不够智能，对于模糊范围的处理只能依据程序作业，例如当屏幕有微小磕碰，机器人可能判定无法作业，但若人工判定则是可以继续加工并售卖。即使机器视觉的发展能一定程度上解决这些问题，但非标准化的作业也会相应程度上降低效率。

3、复杂工艺不盈利

工业机器人不仅可以实现搬运、点焊、弧焊、打磨、切割等简单工艺，其实从技术上也可以实现一些复杂工艺。但出于成本和效益的考虑，多数工业机器人厂商不会选择生产这样的产品。因为这样的需求体量不够大，利润率也不够可观。

4、使用需要专业人士

工业机器人的调试、使用和维护至少需要对工人进行一定的培训，但工业企业的技术工人由于学历、素质、经验等因素，不一定会使用工业机器人。

5、特殊需求难满足

特殊的场景有特殊的需求，例如医药行业需要耐药性、防尘、防水。特殊的需求需要定制机器人，但工业机器人厂商对于定制的订单需要考虑订单体量和未来效益问题，因此此类定制需求可能无法被满足。

技术难度

一、核心技术

我国工业机器人行业在经历数十年发展后形成了一条完整的行业产业链。上游零部件作为原材料对于工业机器人极为重要。上游核心零部件是工业机器人最为关键的技术，也是国内外差距最大的领域，工业机器人大型企业往往通过掌握关键零部件技术打造核心竞争力。三大核心零部件是控制器、伺服系统和减速器（特指精密减速器，包括谐波减速器、RV 减速器、摆线针轮行星减速器、精密行星减速器），三者的成本占工业机器人总体成本的 60%。其中用于工业机器人的国产控制器和伺服系统与国际产品差距相对较小，国内厂商已经开始使用国产产品，但减速器（尤其是 RV 减速器）由于传动精度等差距还主要依赖进口。尽管前路艰难，但国内已出现了如汇川技术（伺服）、埃斯顿（控制系统）、中大力德（减速机）等快速成长的核心零部件自主品牌，未来进口替代空间值得期待。

1、控制器（控制系统）

在三大部件中，控制器的技术难度相对较低，且成本占比不高，但对机器人的工作能力、操作精度、稳定性等关键指标同样有着决定性的作用。

控制器作为工业机器人最为核心的零部件之一，是根据反馈信号控制机器人的执行机构，相当于工业机器人的大脑，因此对机器人的性能起着决定性的影响，由控制器硬件与控制器软件组成的，其中控制器的软件部分就相当于机器人的“心脏”。工业机器人控制器主要控制机器人在工作空间中的运动位置、姿态和轨迹，操作顺序及动作的时间等。机器人的控制器相当于人类的大脑，工业机器人的控制器主要包括两个部分第一是控制柜，控制柜中包含了多个 PLC 控制模块，用于控制机器人六轴或 N 轴的运动。第二就是示教器，示教器是人机掌控的连接器，可用于编程和发送控制命令给控制柜以命令机器人运动。

控制器分为硬件和软件两部分，在硬件上国内外差距并不大，但在软件算法和二次开发上依然有较大差距，并且软件算法最重要的是和机器人本体相匹配，由于底层软件架构和核心控制算法的不足，国产控制器在稳定性、响应速度、易用性方面与国际主流产品存在差距，而国内大多数企业并没有完整的产业链，这就导致了国内控制器企业难以形成竞争优势，所以国产控制器的差距主要是算法和兼容性方面。但控制器目前是机器人产品中与国外产品差距较小的部件。

2、伺服系统

伺服系统是工业机器人主要的动力来源，也是控制设备实现精确运动与定位的必要系统，一般由伺服电机、伺服驱动器、编码器三部分组成。在工业机器人伺服系统中，电机主要采用永磁同步交流伺服电机，伺服驱动主要以总线通讯形式实现对位置、速度和转矩单元的控制，编码器主要采用多圈绝对值编码器。

在伺服系统中，伺服电机最难掌握，我国伺服电机与日系和欧美品牌仍然存在差距，大功率产品缺乏、小型化不够、信号接插件不稳定、缺乏高精度的编码器，参数自整定等功能方面有欠缺，这些也是国内伺服系统未来要攻克的主要方向。由于发展历史的原因，进口产品在稳定性、一致性方面确实更有优势，目前超过 90%需要依赖进口，典型生产厂家有安川、西门子、三菱、松下、伦茨、路斯特等，国产的电机在技术标准、设计选料、制造工艺等多方面与国外先进水平都有较大差距，这些导致国产电机在稳定性、持久性、噪音、功率等方面都有所不足，只能用于一些低端产品。

日系企业包括安川、三菱、三洋、欧姆龙、松下等公司，主要是小型功率和中型功率产品；欧美系品牌包括西门子、博世力士乐、施耐德等公司，在大型伺服具有优势地位；国产品牌主要包括汇川、台达、埃斯顿等公司，主要为中小型伺服。

3、减速器

减速器作为伺服系统的搭档，相当于安装在伺服电机和执行机构之间的“刹车”。精密减速器，是一种精密的动力传达机构，其利用齿轮的速度转换器，将电机的转数减速到所要的转数，并得到较大扭矩的装置，从而降低转速，增加扭矩。减速器对材料科学，精密加工装备，加工精度，装配技术，高精度检测技术提出了极高的要求，其核心难点主要在于精密加工、齿面热处理、装配精度、大规模生产与检测等工艺环节上，这恰恰是我国制造业基础配套体系中最薄弱的部分，需要长期的经验积累。目前，市面上减速器包括 RV 减速器和谐波减速器两款主流减速器及 Spinea 特用减速器，三者占比分别为 4:4:2。其中 RV 减速器与谐波减速器在应用上呈互补关系，前者主要应用于 20KG 以上的机器人关节，后者则在 20KG 以内的机器人关节。目前全球大部分市场被日本的哈默纳科（谐波减速器）、纳博特斯克（RV 减速器）所占据，比例都在 7 成以上，国产化率不足 30%，从分类上看，谐波减速器的国产化率相对较高，而 RV 减速器的技术门槛较高，国产化率相对较低。

据 2021 年 3 月哈工大机器人（合肥）国际创新研究院发布的《中国机器人产业发展报告（2020~2021）》统计数据，截至 2020 年，日本机器人减速器企业占据了全球 80% 以上的市场份额。其中，日本纳博特斯克市场占有率达到 60%，排名第一；日本哈默纳科（谐波传动系统有限公司）的市场占有率达到 15%，排名第二。其他减速器市场参与者还包括日本新宝、住友电工等。

实际上，减速器在我国的发展已有近 40 年的历史，广泛应用于国民经济及国防工业的各个领域。数十年间，减速器产品已从最初单一的摆线减速机，发展到现在的多品类，即摆线减速机、无级变速器、齿轮减速机、蜗轮蜗杆减速器、电动滚筒等。

以谐波减速器为例，该减速器技术壁垒高，向上突破难度大，但一旦实现大规模国产替代，厂商也能够享受更多技术红利。国内谐波减速器厂商绿的谐波曾测算，2020 年国内工业机器人用谐波减速器国产化率约 27%，假设 2025 年国产化率提升至 40%，将对应 19 亿元市场空间。谐波减速器实现国产替代、自主可控是核心零部件发展的必经之路。谐波减速器已实现技术突破，可实现进口替代，但 RV 减速器由于传动精度、扭转刚度、稳定性等性能问题，仍然依赖进口。2015 年以来，《中国制造 2025》要求突破突破机器人减速器等高端产品的技术，国内减速机技术逐渐开始进入追赶期，随着国内 RV 减速器和谐波减速器的部分量产，国内精密减速器行业进入国产替代阶段。

二、发展趋势与挑战

1、发展趋势

提高工业机器人的智能化技术。工业机器人是先进制造业的代表，提高智能化程度可以提高工业机器人的工作能力和使用性能，推动制造业向着真正无人化、自动化的目标前进，智能化将是机器人发展的大趋势，事实上目前行业内一直在推进这方面的研究，比如将人工智能与机器人结合，还有云化机器人及工业机器人云平台等方式。

协作机器人成为工业机器人的重要创新方向。制造业网络化、智能化发展趋势显著，在更加复杂的离散型场景中，安全的人机协作需求不断增长，以完成更精确、更灵活的工作。传统的工业机器人需要在隔离环境中作业，极大地限制了工业机器人的应用效果和应用场景，随着

技术的成熟，工业机器人的生产力和可靠性大幅提升，将会推动更加适应智能制造应用场景的协作机器人产业发展。

2、发展挑战

外资占据主要市场地位，内资企业难以形成规模经济。

我国工业机器人发展起步晚于发达国家，因此内资企业也较晚渗透到工业机器人的应用领域中。尤其是像使用工业机器人最多的行业——汽车行业，基本上在整车制造方面工业机器人都选用外资品牌。破局可以尝试从小小的市场做起，例如汽车行业，可以先从汽车零部件进行突破，获取品牌信任后再拓展业务，逐渐渗透市场。另一方面，我国的工艺软件包和核心零部件与国际厂商相比也有一定的差异。工艺软件包的成熟需要厂商持续深耕应用行业，核心零部件未来需要向以下方向发展：减速器：高效率、小体积、轻重量、低成本、定制化、模块化；伺服系统：高性能、高功率密度、高安全性、网络化；控制系统：基于 PC 机的开放型控制器、标准化、网络化、智能化。

标准亟待出台和应用，人才保障体系需健全。

目前，现行的工业机器人国家标准有 39 条，其中 1 条为强标（与标准相关的企业、个人必须无条件执行及符合的），该标准与工业机器人的安全相关。另外 38 条为推标（与标准相关的企业、个人可根据自身具体情况决定是否执行）。因此，想要提高工业机器人的性能和竞争力，相关标准亟待出台。

同时，工业机器人人才匮乏，包括研发、操作、维修人才。一方面，各学校和工业机器人相关专业较少，且多为高等专科学校；另一方面，多数工业机器人相关专业也是在 2020 年左右才开设。因此，在《“十四五”机器人产业发展规划》的第四部分保障措施的第四条就是“健全人才保障体系”。

行业动态

睽违四年，优傲新品重新“定义”协作机器人

近日，丹麦协作机器人制造商优傲机器人宣布推出全新 20 千克协作机器人 UR20，以更高的负载、全新的设计，开启协作机器人应用新可能。

6 月 30 日，优傲机器人大中华区总裁蘇璧凱先生（Adam Sobieski）针对新品发布接受采访，并对中国地区的协作应用发展做出新的判断和分析。

全新设计的协作机器人

作为首款面向下一代的工业协作机器人产品，UR20 的主要优势来自于其在大幅提高了协作机器人有效负载的同时并未牺牲其他性能。一般情况下，高负载意味着更“笨重”的本体，更高难度的控制，意味着可能牺牲掉部分稳定性和精确度。

为此，优傲创造性地对机械臂进行重构，全新的关节结构和升级的软件，赋予机器人前所未有的运动控制能力。UR20 能够在狭小空间内将关节速度提高 65%、平均速度提高 30%、关节扭矩提高 25%。尤其适用于加工应用、焊接、机器装载。也由于简单的关节结构，UR20 能够缩短停机时间，提升可靠性。在性能提升的同时，本体依然轻量、灵活、占地面积小。此外，在提高负载的同时保持了±0.05 毫米的高精度，能够执行更加精细的工作。

因此，UR20 是目前优傲性能最佳、工作半径最长、有效负载最高的协作机器人，为客户开辟了部署自动化解决方案的新途径，可以执行更多任务。通过这一系列创新缩短周期时间，延长正常运行时间，从而提高效率，帮助客户顺利完成乃至超越生产目标，更快将产品推向市场。

在应用方面，一线工人和厂商、制造商、OEM、战略大客户、集成商、开发者都可以使用 UR20 与工人协同工作，满足汽车制造商、半导体加工、金属加工、食品与饮料等主流行业应用。

为什么是 20 千克？

高负载可以满足更多的需要，优傲推出负载 20 千克的协作机器人，原因之一是弥补传统工业机器人无法适应小批量、多品种的快速柔性化生产节奏，以及难以与工人交互且安全协作的问题。但是，大负载机器人并不代表着轻量化协作机器人时代将结束。反之，优傲希望通过全线产品满足多场景和功能需求。至此，优傲的一众产品组合能够支持 3 千克至 20 千克的负载、覆盖 500 毫米至 1750 毫米的工作半径。

采访中，优傲机器人中华区总裁蘇璧凱先生（Adam Sobieski）表示，UR20 是深耕机器人行业 17 年取得的成果，优傲能够清楚地看到全球客户对此有迫切的需求。在码垛、焊接、物料搬运、机器装载和机器看护等方面，提供更高性能的产品，简化的关节也为客户提供了更卓越的速度和性能。但是，优傲的发展战略并非由负载本身为导向，而是以客户需求为导向。优傲将继续深入市场，洞悉客户需求，后续产品具体负载将视客户需求而定，不断重新定义自动化，打造更多像 UR20 这样创新的产品，后续新产品也计划在未来两年中与大家见面。

中国的协作应用

在优傲看来，人口老龄化和制造业招工难问题是全球制造业普遍存在的问题，与此同时，大型制造企业生产的产品范围广泛，订单多，必须不断提高生产线的生产效率。如何在人员有限、不改变现有生产线布局的情况下，提高生产效率，协作机器人成为理想化的选择。

优傲的协作机器人凭借安装快捷、安全且占地面积小、部署灵活、编程简单、易于移动的特点，在制造上帮助客户实现更高效、安全的生产，更快带来更高品质的产品，同时帮助员工释放更大价值。

目前，优傲丰富的生态已经与 1100 多家集成商、分销商和独立伙伴达成合作，为优傲机器人提供丰富的组件、套件和应用。每个型号的产品都可与 UR+生态系统中丰富的末端执行器、软件、附件和应用套件无缝搭配，广泛应用于各行各业，可在不同的任务中轻松调整部署。

中国作为全球最重要的制造业市场和最大的机器人市场之一，也是优傲布局的战略要地。未来优傲将持续投资中国，一如既往深耕中国市场。今年年初，优傲上海总部还将办公室搬到了静安国际中心，办公面积较之前扩大了近 2.5 倍，同时还拥有全球优傲学院线下培训教室，并新增了应用和测试中心，与全球的产品管理和研发团队紧密协作，让协作机器人能够满足中国的需要。

产业规模近 500 亿，工业机器人产业下一步该怎么走

机器人技术在这几年得到了飞速的发展，各种送餐机器人、扫地机器人等服务型机器人推陈出新，与之对应的工业机器人也在快速发展。

工业机器人是广泛用于工业领域的多关节机械手或多自由度的机器装置，具有一定的自动性，可依靠自身的动力能源和控制能力实现各种工业加工制造功能。目前，工业机器人被广泛应用于电子、物流、化工等各个工业领域之中，是推动工业发展的重要力量。

工业机器人的产销现状

数据显示，2021 年全国工业机器人产量累计达 36.60 万套，达近五年来最高值，同比增长 44.9%。预计 2022 年我国工业机器人产量将超 40 万套。

近几年，我国工业机器人市场销量总体呈增长趋势，仅 2019 年出现小幅下降，同比下降 2.1%。2021 年我国工业机器人市场销量增速较快，销量累计达 24.8 万台，同比增长 46.1%。由于工业机器人行业的高速发展，预计 2022 年市场销量有望达到 30.1 万台。

我国已经连续 8 年成为全球最大的工业机器人消费国，工业机器人销售额呈现增长的趋势。2022 年，国内市场规模将进一步扩大，有望趋近 500 亿元。

工业机器人的产业链发展

我国工业机器人行业在经历数十年发展后形成了一条完整的行业产业链。上游零部件作为原材料对于工业机器人极为重要，三大核心零部件控制系统、伺服系统、减速器，中游为机器人本体，下游是集成系统，广泛应用于汽车、3C、食品、饮料等行业。

在上游零部件中，控制系统、伺服系统、减速器是工业机器人发展的核心零部件，但目前看来，这三大核心零部件的国产水平仍有待提高，海外品牌在议价能力上占据了主导权。

工业机器人产业的中游是机器人本体。负责工业机器人本体的组装和集成，即机座和执行机构，包括手臂、腕部等，部分机器人本体还包括行走结构。

下游是集成应用商，负责根据不同的应用场景和用途对工业机器人进行有针对性地系统集成和软件二次开发。下游产业链的发展潜力巨大，目前来看锂电、仓储、医疗、半导体等先进制造下游正在加速成为机器人行业新的沃土。

工业机器人的发展得到了政府的大力支持，此前，工业和信息化部等 15 个部门印发《“十四五”机器人产业发展规划》，其中就提出，到 2025 年我国成为全球机器人技术创新策源地、高端制造集聚地和集成应用新高地；机器人产业营业收入年均增速超过 20%；形成一批具有国际竞争力的领军企业及一大批创新能力强、成长性好的专精特新“小巨人”企业，建成 3 个至 5 个有国际影响力的产业集群；制造业机器人密度实现翻番。

具体来看，目前我国汽车、电子、机械、仓储物流等已形成较大规模应用领域，在这样的背景下应着力开发和推广机器人新产品，开拓高端应用市场；在矿山、农业、电力、应急救援等初步应用和潜在需求比较旺盛的领域，开发机器人产品和解决方案，开展试点示范，拓展应用空间；在卫浴、陶瓷、五金、家具等特定细分场景、环节及领域，形成专业化、定制化解决方案并复制推广，打造特色服务品牌。

产业发展势头良好，与世界先进尚存差距——工业机器人仍需爬坡过坎

在 2021 年中国国际服务贸易交易会上，百度发布的“EasyDL 手势识别机械臂”引得不少观众驻足。据了解，基于百度 EasyDL 零门槛人工智能开发平台定制的手势识别模型，通过软硬一体方案完成边缘部署集成在机械臂中，能够对手势的识别及实时互动。该机械臂可以在工业生产中替代质检岗位人员，又快又准地完成产品质检、分拣等任务，为企业节省成本、提高效率。

工业机器人是制造业智能化转型升级的动力之源。工业和信息化部装备工业一司司长王卫明介绍，我国已经连续 8 年成为全球最大的工业机器人消费国，其应用领域已经覆盖汽车、电子、冶金、轻工、石化、医药等 52 个行业大类、143 个行业中类，正极大地改变着人们的生产方式。

广泛应用拉动产量增长

“十三五”期间，通过持续创新、深化应用，我国机器人产业呈现良好发展势头。其中，工业机器人产量从 7.2 万套增长到 21.2 万套，年均增长 31%。“快速增长得益于政策、生产能力的支撑以及应用场景保障。此外，新冠肺炎疫情仍在全球蔓延，中国依托完整的产业链和有力的疫情防控措施，承接其他国家转移至中国的制造业订单。”在国家信息中心预测部产业经济研究室主任魏琪嘉看来，外贸订单增加使得依靠传统低成本要素扩大产能的发展模式受到严峻挑战，制造业企业亟需通过工业机器人提高产能，其需求被进一步激发。

工业和信息化部装备工业一司副司长汪宏表示，我国制造业智能化转型升级步伐的加快，使得工业机器人应用范围持续拓展。我国工业机器人密度由 2015 年的 51 台/万人增至 2020 年的 246 台/万人，达到全球平均水平近 2 倍。

“我国强大的国内市场优势是支撑工业机器人广泛应用的一个必要条件。”魏琪嘉介绍，工业机器人主要集中在物流、包装加工领域。其中，物流机器人代替人工完成货物搬运，包装加工机器人主要体现在对特定产品的柔性制造、包装和精确涂胶等工作方面。

为推动工业机器人高质量发展，工业和信息化部、科学技术部等 15 个部门联合印发《“十四五”机器人产业发展规划》，明确提出，到 2025 年制造业机器人密度实现翻番。如何实现上述目标，魏琪嘉认为，一方面，要让优质资源进一步向制造业领域汇聚，为工业机器人高质量发展奠定坚实基础；另一方面，工业机器人作为技术集成度高、应用环境复杂、操作维护较为专业的高端装备，对应用型人才有着多层次需求，要重点关注专业技术人才的培养。

针对具体应用场景，中国机器人产业联盟执行理事长宋晓刚建议，面向汽车、航空航天、轨道交通等领域，应研制高精度、高可靠性的焊接机器人；面向半导体行业，研制自动搬运、智能移动与存储等真空（洁净）机器人，具备防爆功能的民爆物品生产机器人，AGV、无人叉车，分拣、包装等物流机器人；面向 3C、汽车零部件等领域，研制大负载、轻型、柔性、双臂、移动等协作机器人。

亟需补齐基础零部件短板

“‘十三五’期间，精密减速器、高性能伺服驱动系统、智能控制器、智能一体化关节等机器人关键部件加快突破、创新成果不断涌现，整机性能大幅提升、功能愈加丰富，产品质量日益优化。”王卫明表示，但是与世界先进水平相比，我国机器人产业还存在一定差距，比如关键零部件质量稳定性、可靠性等还不能满足高性能整机的需求，高速、高精、重载等高性能整机产品供给缺乏等。

魏琪嘉认为，尽管我国在工业机器人相关基础零部件方面已拥有一定基础，但是无论从质量、可靠性、产品系列，还是批量化供给方面都与国外产品有较大差距，特别是在高性能交流伺服电机和高精密减速器方面差距明显。“我国目前自主生产的机器人核心关键零部件大量依靠进口，因此出现性价比低、核心技术受制于人、竞争力差等问题，须高度重视工业机器人零部件产业发展。”

为补齐工业机器人产业发展短板，《规划》提出，推动用产学研联合攻关，提升机器人关键零部件的功能、性能和可靠性。其中，在“机器人关键基础提升行动”中，对机器人零部件提出具体目标：研发RV减速器和谐波减速器的先进制造技术及工艺，提高减速器的精度保持性（寿命）、可靠性，降低噪音，实现规模生产；优化高性能伺服驱动控制、伺服电机结构设计、制造工艺等技术，研制高精度、高功率密度的机器人专用伺服电机及高性能电机制动器等核心部件；研发具有高实时性、高可靠性、多处理器并行工作或多核处理器的控制器硬件系统；突破多关节高精度运动解算、运动控制及智能运动规划算法，提升控制系统的智能化水平及安全性、可靠性和易用性。

加快提升产业创新能力

技术积累不足，原创性研究、理论研究、系统设计能力欠缺也是制约我国工业机器人发展的瓶颈。如何提升工业机器人产业创新能力？在宋晓刚看来，一方面要聚焦产业发展需求，突破机器人系统开发、操作系统等共性技术；另一方面要鼓励骨干企业联合开展机器人协同研发，推动软硬件系统标准化和模块化，提高新产品研发效率。

“虽然国内企业在机器人技术上与国外有明显差距，但在实际应用工业机器人的系统集成项目中，影响系统精度及可靠性的因素很多。这不仅由机器人本身所决定，还包括控制系统、附属夹具、传输设备精度、视觉传感器等因素。”魏琪嘉告诉记者，鼓励系统开发商和机器人企业协调发展，利用系统集成领域的技术优势弥补国产机器人单体技术的不足，从而能够使整体解决方案在市场上具备与国际巨头企业竞争的能力。

“要发挥机器人重点实验室、工程（技术）研究中心、创新中心等研发机构的作用，加强前沿、共性技术研究，加快创新成果转移转化，构建有效的产业技术创新链。同时，推进人工智能、5G、大数据、云计算等新技术融合应用，提高工业机器人智能化和网络化水平。”宋晓刚说。